

Зоологические исследования

УДК 591.597.6

Д.Л. Берзин, В.Л. Вершинин

ОСОБЕННОСТИ ТРОФОЛОГИИ СЕГОЛЕТОК ОБЫКНОВЕННОГО ТРИТОНА (*LISSOTRITON VULGARIS* L.) НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Исследование выполнено на территории городской агломерации г. Екатеринбурга в наземных местообитаниях *L. vulgaris*. Целью данной работы являлось изучение специфики трофических связей сеголетков *L. vulgaris* в начальный период наземной жизни в условиях урбанизации. Был проведен сравнительный анализ спектров питания постметаморфических *L. vulgaris* с *Salamandrella keyserlingii*, *Rana arvalis*, *Pelophylax ridibundus*. Среди объектов питания обыкновенного тритона отмечены беспозвоночные четырех типов (нематоды, кольчатые черви, моллюски и членистоногие). Повышенная эвтрофикация и минерализация среды местообитаний селитебной части города определяют структуру населения беспозвоночных и трофического спектра сеголетков *L. vulgaris*. Обсуждаются различия, выявленные в пищевых спектрах обыкновенного тритона, сибирского углозуба, озерной и остромордой лягушек при совместном обитании в одной станции.

Ключевые слова: обыкновенный тритон, *Lissotriton vulgaris*, питание, трофический спектр, урбанизированные территории.

Амфибии по своей биоценотической роли занимают уникальное положение, так как они связывают трофические сети двух биоциклов пресных водоемов и суши [1]. Особый интерес представляет питание сеголетков в начальный период их наземной жизни при завершении метаморфоза. Биоценотическая роль животных новой генерации в наземных экосистемах может значительно варьировать в зависимости от их численности, структуры конкретных сообществ и экологической ниши определенного вида. Как и все хвостатые, обыкновенный тритон является хищником как в личиночный, так и в постметаморфический период, поэтому спектр питания меняется не столь радикально, как у бесхвостых амфибий. Вопросы пищевых предпочтений молодых особей тритонов в зависимости от экологических условий в научной литературе освещены недостаточно. В большинстве работ, где затрагивается вопрос питания этого вида, содержатся сведения по возрастной динамике питания либо о составе пищи взрослых тритонов или их личинок [2; 3].

Основная цель данного исследования состояла в изучении особенностей трофологии *L. vulgaris* в начальный период наземной жизни на урбанизированных территориях на основе анализа содержимого желудочно-кишечного тракта сеголетков. При этом решались следующие задачи: провести сравнительный анализ спектров питания постметаморфических *L. vulgaris* в градиенте урбанизации, а также с ювенильными *S. keyserlingii*, *R. arvalis*, *P. ridibundus* для оценки специфичности трофической ниши обыкновенного тритона; оценить специфику биоценотических связей сеголетков на урбанизированных территориях.

Материалы и методика исследований

Настоящая работа выполнена в период 2010-2015 гг. на территории г. Екатеринбурга и в пригороде. Обследовано 39 местообитаний амфибий на урбанизированных территориях, в 10 из которых был отмечен обыкновенный тритон. Общий объем материала составил 363 сеголетка обыкновенного тритона. Степень антропогенной трансформации местообитаний оценивалась на основе ландшафтной типизации [4], ежегодно подтверждаемой гидрохимическими анализами поверхностных вод (анализы выполнены в лаборатории физико-химических анализов Уральского государственного горного университета). В зависимости от степени освоения территории человеком выделены следующие зоны: *I зона* – центральная часть города с многоэтажной застройкой, водоемами с сильным загрязнением, мелкими реками, забранными в трубы (в данной зоне амфибии отсутствуют); *II зона* – районы многоэтажной застройки; *III зона* – районы малоэтажной застройки; *IV зона* – лесопарковый пояс города. В качестве контроля (*K*) использована популяция, обитающая в 60 км от г. Екатеринбурга (вблизи деревни Мраморское Сысертского района). Сразу после отлова проводили вскрытие животных и фиксацию каждого желудочно-кишечного тракта в 70 % этаноле. В ходе камеральной обработки прове-

дено изучение содержимого желудочно-кишечного тракта сеголетков с помощью бинокля МБС-10. Определение пищевых объектов выполнено с использованием энтомологических определителей [5-8]. Кроме того, проведено сравнение спектров питания сеголеток *L. vulgaris* с одновременно взятыми выборками сеголеток *Salamandrella keyserlingii*, *Pelophylax ridibundus* и *Rana arvalis*.

Расчет перекрывания спектров питания производили по индексу Мориситы [9].

$$I(m) = \frac{2 * (\sum P_{ij} * P_{ik})}{\sum (P_{ij} + P_{ik})}, \text{ где}$$

P_{ij} – доля i -того компонента в диете j -ого вида;

P_{ik} – доля i -того компонента в диете k -того вида.

Дисперсионный и кластерный анализы выполнены в программе Statistica for Windows 7.0.

Индекс Бергера-Паркера [10]:

$d = N_{\max} / N$, где N – общее число особей, N_{\max} – число особей самого обильного вида.

Индекс Бергера-Паркера рассчитан в программе PAST.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что полученные в результате исследования суммарные спектры питания сеголеток из популяций на территориях с различной степенью урбанизации обладают определенной спецификой (табл. 1).

Таблица 1

Спектры питания сеголеток обыкновенного тритона в градиенте урбанизации

Название таксона	Зона II		Зона III		Зона IV		Загородная популяция	
	% от числа		% от числа		% от числа		% от числа	
	беспозвоночных	желудков	беспозвоночных	желудков	беспозвоночных	желудков	беспозвоночных	желудков
Nematoda	0	0	1,3	5,2	0	0	0	0
Vermes	0	0	0,3	1,3	3,4	7,4	2,5	3,8
Mollusca	18,0	33,8	19,0	31,2	2,0	3,2	12,5	3,8
Crustacea	0,4	1,5	1,5	6,5	0,8	4,3	2,5	3,8
Myriapoda	0,4	1,5	0	0	0	0	0	0
Acari	11,7	22,1	16,8	29,9	15,3	29,8	20,0	13,2
Aranei	1,3	4,4	1,3	3,9	0,8	3,2	3,8	5,7
Collembola	13,0	22,1	19,5	33,8	32,2	38,3	28,8	22,6
Homoptera	4,6	10,3	14,0	31,2	24,7	54,3	23,8	24,5
Hemiptera	0,8	2,9	1,3	6,5	0,2	1,1	1,3	1,9
Coleoptera	10,0	22,1	8,6	32,5	3,4	13,8	2,5	3,8
Lepidoptera	0,8	2,9	0	0	0,2	1,1	0	0
Hymenoptera	2,1	4,4	4,1	14,3	2,4	9,6	0	0
Diptera	36,8	27,9	12,4	32,5	14,5	40,4	2,5	1,9

Анализ спектра питания сеголеток *L. vulgaris* из популяции в зоне многоэтажной застройки показал, что доля пустых пищеварительных трактов составляет 7 %. В пищеварительных трактах обнаружены представители 13 таксонов. Большую долю (здесь и далее в порядке убывания) составляют Diptera, Mollusca, Collembola. Преобладали двукрылые, которые представлены массовыми видами, а также моллюски, которые представлены как водными формами (*Lymnaea* sp.), так и наземными (*Vallonia pulchella*). В рационе сеголеток присутствовала некоторая доля водных кормов – 5,9 %, что говорит о плавном переходе пищевого спектра сеголеток *L. vulgaris* с водного на наземный. Среднее

количество пищевых объектов в желудке – 3,5. При этом более часто поедались (также в порядке убывания) моллюски, двукрылые и в равных долях клещи, коллемболы и жесткокрылые.

При изучении спектра питания сеголеток обыкновенного тритона из популяции зоны малоэтажной застройки установлено, что доля пустых пищеварительных трактов составляла 6,7 %. В пищеварительных трактах обнаружены представители 12 таксонов, среди которых больше всего Collembola, Mollusca, Acari. Моллюски представлены как водными (*Lymnaea sp.*), так и наземными формами (*Vallonia pulchella*). Только в выборке из данной популяции зафиксировано присутствие паразитических нематод (род *Cosmocerca*). Доля водных кормов в рационе сеголеток составляет 3,8 %. Среднее количество пищевых объектов на желудок – 5,1. В большем числе желудков отмечены коллемболы, в равной доле жесткокрылые и двукрылые, а затем моллюски.

Исследование суммарного спектра питания сеголеток *L. vulgaris* для лесопарковой зоны показало, что доля пустых пищеварительных трактов составляла 1,8 %. В пищеварительных трактах отмечены 12 таксонов, среди которых большая доля принадлежала Collembola, Homoptera, Acari. Коллемболы и двукрылые представлены массовыми видами, а моллюски только водными формами (*Lymnaea sp.*). Доля водных кормов составляла 5 %. Среднее количество пищевых объектов в желудке – 5,3. Наиболее часто поедались равнокрылые, двукрылые и коллемболы.

Анализ суммарного спектра питания сеголеток *L. vulgaris* из загородной популяции выявил наличие 10 таксонов беспозвоночных, где большую долю (как в зоне IV) составили Collembola, Homoptera, Acari. Коллемболы и равнокрылые представлены массовыми видами, моллюски – водными формами (*Lymnaea sp.*). Доля водных кормов в рационе сеголеток – 5 %. Среднее количество пищевых объектов в желудке – 1,5. Чаще всего в желудочно-кишечном тракте встречались равнокрылые, коллемболы, клещи.

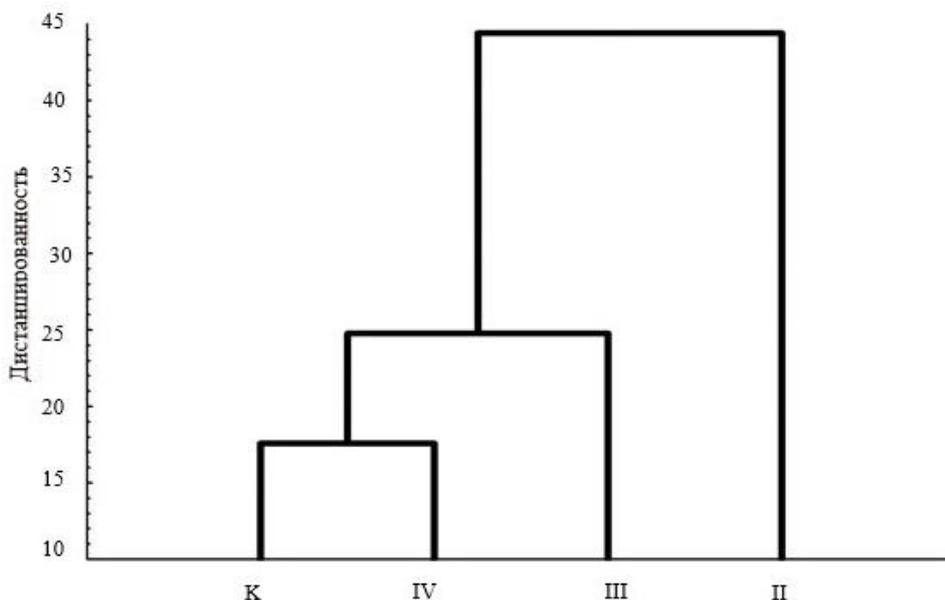


Рис. 1. Дистанцированность суммарных спектров питания в *L. vulgaris* (II – зона многоэтажной застройки, III – зона малоэтажной застройки, IV – лесопарковая зона, К – загородная популяция)

Таблица 2

Степень перекрытия суммарных спектров питания сеголеток обыкновенного тритона по индексу Мориситы

Зона	II	III	IV	K
II	////////////////////			
III	0,79	////////////////////		
IV	0,62	0,83	////////////////////	
K	0,52	0,88	0,92	////////////////////

Сравнение перекрывания спектров питания сеголеток *L. vulgaris* в градиенте урбанизации показало снижение степени его сходства с загородной популяцией по мере увеличения степени антропогенной трансформации местообитания (табл. 2). Оценка дистанционности состава пищи животных новой генерации с помощью кластерного анализа также хорошо отражает нарастание уникальности пищевых спектров с ростом урбанизации (рис. 1). Это, на наш взгляд, говорит о наличии трофической специфики постметаморфических *L. vulgaris* на селитебных территориях (зоны II и III).

Вероятно, отмеченные особенности трофических спектров определяются встречаемостью беспозвоночных в конкретном местообитании, а также их доступностью для сеголеток обыкновенного тритона.

В желудочно-кишечных трактах сеголетков из популяций с урбанизированных территорий был выявлен наиболее широкий спектр пищевых объектов, включающий в себя в разных зонах 12–13 таксонов. Узкий спектр питания сеголеток обыкновенного тритона в загородной популяции, скорее всего, связан с бедностью потенциального спектра беспозвоночных в конкретном местообитании, а также особенностью рациона, включающего больше мягких кормов, плохо сохраняющихся в пищеварительном тракте животных. Широкий спектр пищевых объектов в рационе *L. vulgaris* на урбанизированных территориях может быть связан с более плавным переходом сеголетков с питания водными кормами на наземные, что обусловлено пространственной ограниченностью наземной площади местообитаний. В зоне многоэтажной застройки основу пищевого спектра составляет один таксон – Diptera, что отражает значительную неравномерность потенциального спектра в местообитании данной зоны (с самым высоким индексом доминирования Бергера-Паркера 0,37 против 0,28 в загородной популяции). Спецификой местообитаний *L. vulgaris* в зоне II является высокий уровень минерализации воды в целом $F(3,50)=15,621$, $p=0,00000$ (рис. 2), в том числе повышенное содержание кальция, которому сопутствует увеличение плотности кальцефильных животных (наземных и водных раковинных моллюсков), что обеспечивает интенсификацию биогенного круговорота ряда химических элементов [11]. Этой геохимической особенностью местообитаний зон II и III объясняется присутствие большого количества кальцефильных животных (раковинных моллюсков) в питании сеголеток. Исследования, выполненные на популяции обыкновенного тритона, населяющего пригород г. Тбилиси [3], не выявили подобной закономерности (преобладали жесткокрылые, двукрылые и перепончатокрылые).

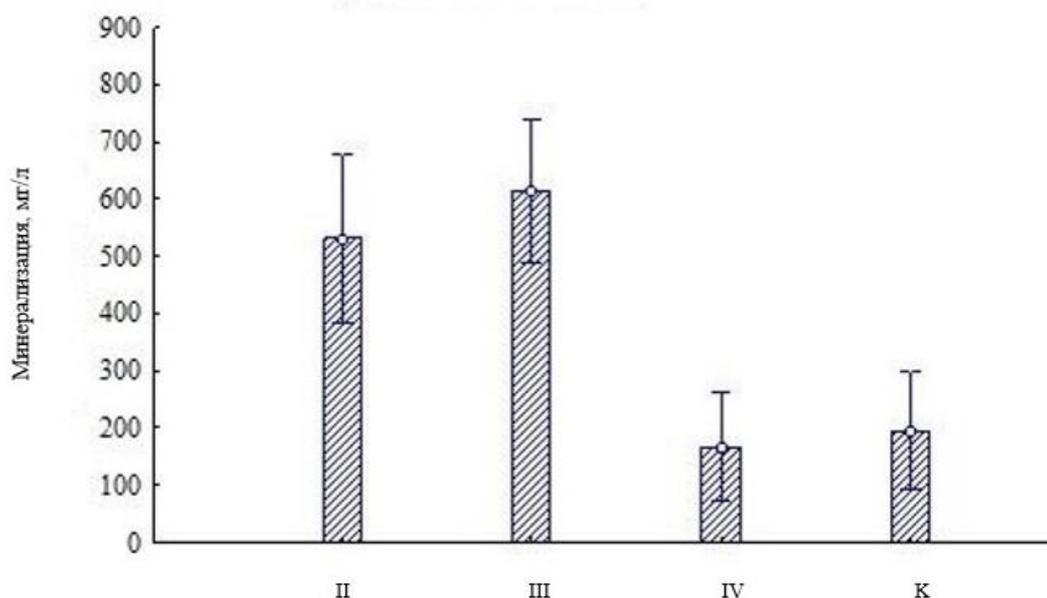


Рис. 2. Изменение минерализации в градиенте урбанизации

(II – зона многоэтажной застройки, III – зона малоэтажной застройки, IV – лесопарковая зона, K – загородная популяция)

Сравнительный анализ трофических предпочтений сеголетков других видов, населяющих одно местообитание с обыкновенным тритоном, выявил ряд различий. Так, при совместном обитании *L. vulgaris* и *S. keyserlingii* (в зоне IV) степень перекрывания спектров питания по индексу Мориситы в целом составляла 67 %. При этом в зависимости от сезона этот показатель менялся от 53 % в июле до 80,7 % в августе для одного и того же местообитания. Разнообразие содержимого желудочно-

кишечного тракта тритонов выше, нежели у углозубов. Так, у сеголеток *L. vulgaris* (при наличии 12 таксонов) преобладали Collembola – 25,7 %, Acari – 20,2 %, Homoptera – 23,5 %. А у ювенильных особей сибирского углозуба (общее число таксонов 10) преобладали Diptera – 48,2 %, Homoptera – 17,2 %. Данные различия объясняются видовой спецификой исследуемых животных, связанной с микробиотопической локализацией, а также размерно-конституционными особенностями сеголеток углозуба и тритона, определяющими возможности потребления тех или иных пищевых объектов [2].

Сравнение спектров питания сеголеток *L. vulgaris* с совместно обитающими (зона многоэтажной застройки) бесхвостыми - аборигенным *R. arvalis* и видом-вселенцем - *P. ridibundus* показало, что в первом случае они перекрываются на 97,8 %, а во втором – на 25,3 %. При этом сходство спектров сеголеток озерной и остромордой лягушек составляло 33,0 %. Сходство наземной локализации сеголеток остромордой лягушки и тритона в условиях пространственно-ограниченного местообитания зоны II при преобладании доли Diptera определяет высокую степень перекрывания спектров. Различия в пространственной локализации – наземная у тритонов и водная у озерных лягушек, конституционные и поведенческие особенности определяют то, что у *L. vulgaris* в рационе встречается больше Diptera, Mollusca и Collembola, которые отсутствовали у сеголеток озерной лягушки.

В спектрах питания сеголеток *L. vulgaris* из популяций селитебной территории городской агломерации преобладали коллемболы, моллюски и двукрылые. В выборках из популяций лесопарковой зоны и загородной популяции – коллемболы, равнокрылые и клещи. Спектр питания обусловлен распространенностью тех или иных видов кормов, а также их доступностью. Значительные различия трофической специфики постметаморфических *L. vulgaris* селитебных территорий, а также лесопарковых и загородной популяции связаны с высокой уникальностью местообитаний зон II и III. Пространственная ограниченность наземной части местообитаний, высокое содержание мертвой органики и минеральных веществ на территории селитебной части города определяют наличие в питании определенной доли водных кормов, большого числа таких редуцентов-деструкторов, как коллемболы, а также кальцефильных животных (наземных и водных раковинных моллюсков).

В целом можно заключить, что сеголетки обыкновенного тритона в системе биоценологических связей экосистем урбанизированных территорий занимают свое особое место, функционально отличающееся от роли новой генерации в природных популяциях.

Выводы

1. Спектр питания сеголеток *L. vulgaris*, населяющих урбанизированные территории, в начальный период их наземной жизни представлен 14 таксонами беспозвоночных: Nematoda, Vermes, Mollusca, Acari, Aranei Crustacea, Myriapoda, Collembola, Homoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera.

2. Трофический спектр популяций лесных и лесопарковых местообитаний характеризовался большей долей равнокрылых и червей.

3. Аккумулярующий характер экосистем города обуславливает повышенную эвтрофицированность и минерализацию среды местообитаний, влияющих на структурную специфику сообществ беспозвоночных – потенциальных пищевых объектов обыкновенного тритона.

Благодарности

Авторы выражают особую благодарность сотрудникам ИЭРиЖ – научному сотруднику, кандидату биологических наук А.В. Бураковой за помощь в определении гельминтов и научному сотруднику М.Е. Гребенникову за помощь в определении моллюсков.

Исследование поддержано программой 211 Правительства Российской Федерации, соглашение № 02.А03.21.0006.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаранин В.И. О месте амфибий и рептилий в биогеоценозах антропогенного ландшафта // Вопр. герпетологии: автореф. докл. 1977. Т. 4. С. 63-64.
2. Кузьмин С.Л. Трофология хвостатых земноводных: Экологические и эволюционные аспекты. М.: Наука, 1992. 168 с.
3. Кузьмин С.Л., Тархнишвили Д.Н. Возрастная динамика питания симпатрических тритонов Кавказа // Зоол. журн. 1987. Т. 66, № 2. С. 82-86.

4. Вершинин В.Л. Распределение и видовой состав амфибий городской черты Свердловска // Информационные материалы Института экологии растений и животных. Свердловск, 1980. С. 5-6.
5. Бей-Биенко Г.Я. Общая энтомология. М.: Высш. шк., 1971. 479 с.
6. Мамаев Б.М. Определитель насекомых по личинкам. М.: Просвещение, 1972. 400 с.
7. Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (Планктон и бентос). Л.: Гидрометеиздат, 1977. 511 с.
8. Плавильщиков Н.Н. Определитель насекомых: Краткий определитель наиболее распространенных насекомых европейской части России. М.: Топикал, 1994. 544 с.
9. Morisita M. Measuring the dispersion of individuals and analysis of the distributions patterns // Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E. 1959. N 2. pp. 215-235.
10. Berger W.H., Parker F.L. Diversity of planctonic Evraminifera in deepsea sediments // Science. 1970. Vol. 168, N 3937. pp.145-1347.
11. Вершинина С.Д. Структура почвенной мезофауны в градиенте урбанизации // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2011. Вып. 2. С. 84-89.

Поступила в редакцию 17.03.16

D.L. Berzin, V.L. Vershinin

UNDERYEARLING SMOOTH NEWT (*LISSOTRITON VULGARIS* L.) TROPHOLOGY SPECIFICS IN THE URBAN AREA

The research was made in terrestrial habitats of *L. vulgaris* inhabiting the area of Yekaterinburg city agglomeration. The main goal of the work was to investigate the juvenile *L. vulgaris* trophic relations specific at the beginning of their terrestrial life under the effect of urbanization. The comparative analysis of food spectra in postmetamorphic *L. vulgaris*, *Salamandrella keyserlingii*, *Rana arvalis*, *Pelophylax ridibundus* was made. Invertebrates of four types were mentioned in food spectra of common newt (Nematoda, Annelida, Mollusca, and Arthropoda). Enlarged eutrophication and mineralization of resident area habitat environment determines the invertebrate population structure and underyearling *L. vulgaris* trophic spectra. The differences in food spectra of cohabiting common newt, siberian salamander, lake frog and moor frog are discussed.

Keywords: smooth newt, *Lissotriton vulgaris*, food, trophic spectrum, urban areas.

REFERENCE

1. Garanin V.I. [The place of amphibians and reptiles in ecosystems anthropogenic landscape], in *Voprosy gerpetologii*, Avtoreferaty dokladov, 1977, vol. 4, pp. 63-64 (in Russ.)
2. Kuz'min S.L. *Trofologija hvostatyh zemnovodnyh: Ekologicheskie i evoljucionnye aspekty* [Trophology tailed amphibians: Ecological and evolutionary aspects], M.: Nauka, 1992, 168 p. (in Russ.)
3. Kuz'min S.L. and Tarhnishvili D.N. [Age dynamics of power sympatric newts Caucasus], in *Zool. zhurn.*, 1987, vol. 66, no. 2, pp. 82-86 (in Russ.)
4. Vershinin V.L. [Distribution and species composition of amphibians city limits Sverdlovsk], in *Informacionnye materialy Instituta ekologii rastenij i zhivotnyh*, Sverdlovsk, 1980, pp. 5-6 (in Russ.)
5. Bej-Bienko G.Ja. *Obschaja entomologija* [General Entomology], M.: Vysshaja shkola, 1971, 479 p. (in Russ.)
6. Mamaev B.M. *Opredelitelj nasekomyh po lichinkam* [The determinant of insects on the larvae], M.: Prosveschenie, 1972. 400 p. (in Russ.)
7. Kutikova L.A. and Starobogatov Ja.I. *Opredelitelj presnovodnyh bespozvonochnyh evropejskoj chasti SSSR (Plankton i bentos)* [Key to freshwater invertebrates of the European part of the USSR (plankton and benthos)], L.: Gidro-meteoizdat, 1977, 511 p. (in Russ.)
8. Plavil'schikov N.N. *Opredelitelj nasekomyh: Kratkij opredelitelj naibolee rasprostranennyh nasekomyh evropejskoj chasti Rossii* [The determinant of insects: Short determinant of the most common insects of the European part of Russia], M.: Topikal, 1994, 544 p. (in Russ.)
9. Morisita M. Measuring the dispersion of individuals and analysis of the distributions patterns, in *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E.*, 1959, no. 2, pp. 215-235.
10. Berger W.H. and Parker F.L. Diversity of planctonic Evraminifera in deepsea sediments, in *Science*, 1970, vol. 168, no. 3937, pp.145-1347.
11. Vershinina S.D. [The structure of soil macrofauna in a gradient of urbanization], in *Vestn. Udm. Univ. Ser. Biologija. Nauki o Zemle*, 2011, iss. 2, pp. 84-89 (in Russ.)

Берзин Дмитрий Леонидович,
аспирант кафедры зоологии

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет»
620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19
E-mail: smithbdl@rambler.ru

Вершинин Владимир Леонидович,
доктор биологических наук, доцент,
заведующий лабораторией функциональной экологии
наземных животных

ФГБУН «Институт экологии растений и животных УрО
РАН»
620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202
E-mail: vol_de_mar@list.ru

заведующий кафедрой зоологии

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет»
620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Berzin D.L.,
postgraduate student at department of zoology

Ural Federal University
Mira st., 19, Yekaterinburg, Russia, 620002
E-mail: smithbdl@rambler.ru

Vershinin V.L.,
Doctor of Biology, Associate Professor,
Head of Laboratory of functional ecology
of terrestrial animals

Institute of Plant and Animal Ecology RAS,
Ural division
8 Marta st., 202, Yekaterinburg, Russia, 620144
E-mail: vol_de_mar@list.ru

Head of Departmentr of zoology

Ural Federal University
Mira st., 19, Yekaterinburg, Russia, 620002